

# PERBANDINGAN KINERJA SEGMENTASI CITRA MELANOMA PADA RUANG WARNA RGB TERKONTRASKAN MELALUI PENDEKATAN FUZZY MAMDANI

Army Justitia<sup>1</sup>, Fetty Tri Anggraeny<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Sistem Informasi, Departemen Matematika, Universitas Airlangga  
Jl. Mulyorejo, Kampus C, Surabaya 60115

<sup>2</sup> Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, UPN “Veteran” Jatim  
Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294  
email : army.justitia@yahoo.com<sup>1</sup>, fetty.ta@gmail.com<sup>2</sup>

**Abstrak:** Segmentasi citra merupakan langkah awal dan tahap yang terpenting dalam menganalisa citra *dermoscopy* karena mampu mempengaruhi hasil diagnosis. Untuk mendapatkan hasil segmentasi yang baik, citra harus bebas dari *noise* dan memiliki kontras yang tinggi antara luka melanoma dengan kulit sekitar. Penelitian ini menggunakan pendekatan *fuzzy* Mamdani untuk segmentasi citra dan algoritma *Automatic Color Equalization* (ACE) untuk peningkatan kekontrasan warna. *Fuzzy* Mamdani memiliki kelebihan terhadap toleransi data yang tidak tepat, mudah dimengerti dan sesuai dengan penalaran manusia. Hasil uji coba menunjukkan *channel* RGB memberikan hasil terbaik dibandingkan hasil uji coba pada *channel* yang terpisah. *Channel* RGB unggul 5 dari 7 metode pengukuran kinerja hasil segmentasi

**Keywords:** segmentasi, melanoma, fuzzy, mamdani, RGB, kekontrasan

## 1. PENDAHULUAN

Melanoma adalah kanker kulit paling mematikan yang berasal dari sel-sel penghasil pigmen (melanosit). Kejadian ini berkembang secara signifikan beberapa tahun terakhir. Di Negara Amerika Serikat pada tahun 2011 diperkirakan terdapat 70.230 kejadian dan diperkirakan total 8.790 kematian [1]. Jika penyakit ini dapat dideteksi dini, maka melanoma bisa disembuhkan dengan eksisi.

*Dermoscopy* telah menjadi salah satu alat paling penting untuk diagnosa melanoma atau luka terpigmen pada kulit lainnya, seperti luka bakar dan tahi lalat. Citra *dermoscopic* mempunyai potensi yang besar pada diagnosa dini kanker melanoma, tetapi mempunyai kelemahan dalam waktu (*time consuming*) dan subjektif, bahkan untuk dermatologis [2]. Oleh karena itu, hal ini menimbulkan ketertarikan dalam perkembangan sistem diagnosis berbantu komputer (*computer-aided diagnosis system*) yang dapat membantu pakar dermatologis dalam mengevaluasi secara klinis.

Tahap segmentasi merupakan tahap yang paling penting dalam analisa karena akan mempengaruhi hasil diagnosis. Beberapa penelitian tentang segmentasi citra *dermoscopic* telah banyak dilakukan, salah satunya dengan metode *soft computing*. Metode *soft computing* melibatkan

proses klasifikasi piksel yang didalamnya termasuk jaringan saraf tiruan, logika *fuzzy* dan komputasi evolusioner [3].

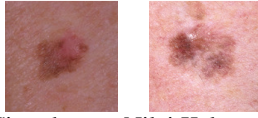
Mamdani *Fuzzy Inference System* (Mamdani-FIS) merupakan salah satu metode logika *fuzzy* yang memiliki kelebihan terhadap toleransi data yang tidak tepat, mudah dimengerti dan lebih sesuai dengan penalaran manusia (*human-like inference*). Pada penelitian ini metode Mamdani-FIS digunakan untuk melakukan segmentasi luka melanoma.

Penelitian ini menggunakan ruang warna RGB untuk merepresentasikan warna kulit. Ruang warna RGB unggul 5 dari 8 uji performa pada penelitian yang dilakukan oleh Shin [4].

Peningkatan kekontrasan warna citra menggunakan algoritma *Automatic Color Equalization* (ACE), yang menggabungkan 2 teknik metode normalisasi populer, yaitu *Grayworld* dan normalisasi *MaxRGB* [5]. Algoritma ACE mampu mengurangi jumlah variasi warna dan meningkatkan kontras citra. Algoritma ACE memperhitungkan tingkat terang relatif dan saturasi dari sebuah piksel serta telah terbukti menurunkan nilai error hasil segmentasi melanoma.

Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja segmentasi citra pada ruang warna RGB yang terkontraskan. Kinerja hasil segmentasi akan diuji menggunakan 7 metode pengukuran. Ruang warna dengan nilai tertinggi akan dipilih menjadi

ruang warna terbaik dan efektif untuk segmentasi citra melanoma.



**Gambar 1** Citra dengan Nilai Kekontrasan Rendah

## 2. MODEL, ANALISA, DESAIN, DAN IMPLEMENTASI

Citra yang akan dikenai proses segmentasi dengan pendekatan *fuzzy* Mamdani terlebih dahulu akan dinaikkan nilai kekontrasannya agar area luka melanoma dengan kulit sekitarnya terlihat jelas batasnya. Gambar 1 menunjukkan citra dengan nilai kekontrasan rendah. Algoritma ACE digunakan untuk meningkatkan nilai kekontrasan citra.

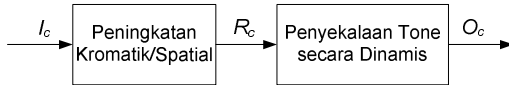
### 2.1. Algoritma ACE

Schaefer menggabungkan 2 teknik normalisasi populer, yaitu *Grayworld* dan *MaxRGB*, untuk meningkatkan kekontrasan warna [5]. Metode ini kemudian diberi nama algoritma ACE. Algoritma ACE terdiri dari 2 tahap, yaitu penyesuaian kromatik/spatial dan penyekalaan 'tone' secara dinamis. Tahap dalam algoritma ACE ditunjukkan pada Gambar 2.  $I$  merupakan citra *input*,  $M$  merupakan citra *intermediate*, dan  $O$  merupakan citra *output* sedangkan *subscript c* menunjukkan masing-masing *channel* RGB.

Tahap penyesuaian kromatik/spatial adalah tahap dimana normalisasi warna dan peningkatan kontras citra sebenarnya dilakukan. Pada tahap ini berlaku persamaan sebagai berikut :

$$M_i(p) = \sum_{j,j \neq p} \frac{r(I_i(p) - I_i(j))}{d(p,j)}, \quad i = R, G, B \quad (1)$$

dimana  $M$  adalah citra *intermediate* yang dihasilkan,  $I_i(p) - I_i(j)$  merupakan mekanisme inhibisi lateral,  $d(p,j)$  adalah jarak *Euclidean* antara lokasi piksel  $p$  dan  $j$  dan menyeimbangkan efek *filtering* global dan lokal,  $j$  bervariasi untuk keseluruhan citra (yaitu perbedaan antara lokasi



**Gambar 2** Tahapan Algoritma ACE

sekarang dan semua lokasi citra lain yang diekstraksi).

Mekanisme inhibisi lateral diasumsikan dengan menghitung perbedaan antara nilai setiap

piksel dan semua piksel subset citra yang dipilih lainnya.  $r(\cdot)$  adalah fungsi yang memperhitungkan tingkat terang relatif dari sebuah piksel dan (secara empiris) dipilih menjadi fungsi saturasi miring linier dengan kemiringan  $s_r$  adalah 5 yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$(x) = \begin{cases} -127.5 & \text{untuk } x < \frac{-127.5}{s_r} \\ s_r x & \text{untuk } \frac{-127.5}{s_r} \leq x \leq \frac{127.5}{s_r} \\ 127.5 & \text{untuk } x > \frac{127.5}{s_r} \end{cases} \quad (2)$$

Tahap kedua dari algoritma ACE merupakan mapping 'tone' secara akurat dan pencahayaan yang konstan. Citra *intermediate*  $M$  hasil dari tahap pertama diproses lagi untuk menghasilkan citra *output*  $O$  menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$O_i(p) = \text{round}[127.5 + s_i M_i(p)], \quad i = R, G, B \quad (3)$$

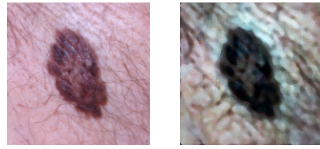
dimana  $s_i$  adalah kemiringan segment  $[(\min_p M_i(p), 0), (\max_p M_i(p), 255)]$ .

Citra hasil peningkatan kekontrasan warna dengan algoritma ACE ditunjukkan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 terlihat bahwa citra *output*  $O$  memiliki variasi warna yang lebih sedikit, berkurang, dari citra *input*. Selain variasi warna yang berkurang, rambut disekitar citra melanoma menjadi semakin jelas. Hal ini jelas akan mempengaruhi proses segmentasi selanjutnya. *Median filter* digunakan untuk mengatasi permasalahan *noise*, seperti gangguan rambut. Di dalam *median filter* perlu ditentukan jumlah ketetanggaan yang digunakan untuk mengaburkan *noise*. Pada penelitian ini nilai ketetanggaan yang digunakan adalah 7x7, nilai ini diperoleh setelah melakukan beberapa kali percobaan dan menghasilkan hasil yang terbaik pada nilai ini.

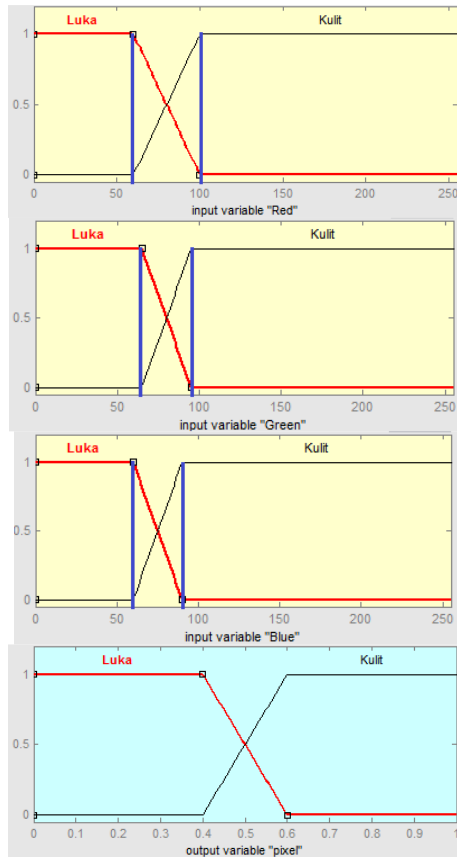
### 2.2. Fuzzy Mamdani untuk Segmentasi Citra

Ebrahim Mamdani memperkenalkan sistem inferensi *fuzzy* pada tahun 1975. Sistem ini mengaplikasikan aturan sebab akibat (*if ... then ... rule*) yang ada pada himpunan *fuzzy* berdasarkan operator pengalaman manusia. Tahapan dalam *fuzzy* Mamdani yaitu fuzzifikasi, inferensi, agregasi dan defuzzifikasi [6].

Fuzzifikasi merupakan tahap pembentukan himpunan *fuzzy* dan penentuan derajat keanggotaan



**Gambar 3** (a) Citra *Input*, (b) Citra *Output*, Sudah Dikenai Algoritma ACE



**Gambar 4** Fuzzy Set untuk Segmentasi Melanoma

dari himpunan *crisp* pada sebuah himpunan *fuzzy*. Variabel *fuzzy* yang akan diolah yaitu *channel Red*, *Green* dan *Blue*, komponen ruang warna RGB.

Nilai minimal batas antara luka dan kulit dan nilai rata-rata batas antara luka dan kulit digunakan untuk membangun fungsi keanggotaan [7]. Dalam proses fuzzifikasi kurva yang digunakan adalah kurva fungsi trapesium (kurva bentuk bahu). Hal ini dikarenakan garis mendatar pada bahu sebelah kiri, fungsi keanggotaannya tidak mengalami perubahan pada rentang 0 sampai nilai minimal batas antara luka dan kulit. Dan akan menurun dari nilai minimal batas antara luka dan kulit sampai nilai rata-rata batas antara luka dan kulit. Begitu pula sebaliknya pada kurva bahu sebelah kanan. Gambar

4 merupakan derajat keanggotaan yang dibangun untuk segmentasi.

Inferensi merupakan proses evaluasi aturan (*rule*) *fuzzy* untuk menghasilkan *output* dari tiap aturan. *Rule* merupakan aturan yang digunakan dalam *fuzzy* untuk menentukan suatu keputusan. Berdasarkan jumlah variabel *fuzzy* yang digunakan dan jumlah keluaran nilai *fuzzy* maka terbentuk  $2^3 = 8$  *rule*. *Rule* tersebut adalah :

- Rule 1 : IF Blue is Luka AND Green is Luka AND Red is Luka THEN Pixel is Luka
- Rule 2 : IF Blue is Luka AND Green is Luka AND Red is Kulit THEN Pixel is Luka
- Rule 3 : IF Blue is Luka AND Green is Kulit AND Red is Luka THEN Pixel is Luka
- Rule 4 : IF Blue is Luka AND Green is Kulit AND Red is Kulit THEN Pixel is Luka
- Rule 5 : IF Blue is Kulit AND Green is Luka AND Red is Luka THEN Pixel is Luka
- Rule 6 : IF Blue is Kulit AND Green is Luka AND Red is Kulit THEN Pixel is Luka
- Rule 7 : IF Blue is Kulit AND Green is Kulit AND Red is Luka THEN Pixel is Luka
- Rule 8 : IF Blue is Kulit AND Green is Kulit AND Red is Kulit THEN Pixel is Kulit

Pada proses ini yang digunakan adalah operator AND sehingga hasilnya merupakan nilai minimal dari 3 variabel yang digunakan.

Agregasi merupakan proses mengkombinasikan hasil dari keluaran semua aturan untuk menghasilkan sebuah himpunan *fuzzy* tunggal. Metode agregasi yang digunakan adalah maximum, yaitu mencari nilai maksimal dari masing-masing himpunan *fuzzy*. Langkah selanjutnya adalah melakukan penegasan (defuzzifikasi) menggunakan metode *centroid*. Operator morfologi *closing* dan *flood filling* digunakan untuk menutupi lubang dan menghilangkan piksel terisolasi.

### 3. HASIL

Metode segmentasi yang diajukan kemudian dievaluasi pada 100 citra *dermoscopy* (60 citra melanoma dan 60 citra non melanoma). Citra diambil dari website <http://dermis.net> dan dari dr. Pocut, RSU. Dr. Soetomo. Citra dalam *channel*

RGB dengan ukuran 150 x 150 piksel. Citra memiliki variasi warna pada daerah kulit dan luka melanoma, beberapa terdapat gangguan (*noise*) berupa rambut halus dan terdapat citra dengan kontras tinggi dan kontras rendah. Citra *ground truth* yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja hasil segmentasi dilakukan oleh seorang dokter spesialis kulit, yaitu dr. Meidyta Sinantryana W, dengan cara memilih tepi luar luka melanoma.

Beberapa metode pengukuran digunakan untuk mengevaluasi akurasi kinerja metode segmentasi. Pada penelitian ini digunakan 7 metode pengukuran, yaitu :

$$\text{Border Error} = \frac{FP + FN}{TP + FN}$$

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP + FN}{TN}$$

$$\text{Specificity} = \frac{TN + FP}{TN + FP}$$

$$\text{Positive predictive value} = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$\text{Negative predictive value} = \frac{TN}{TN + FP}$$

$$\text{Index of suspicion} = \frac{TP + FP}{TP + FN}$$

$$\text{Diagnostic accuracy} = \frac{TP}{TP + FP + FN}$$

TP adalah jumlah *true positive*, TN adalah jumlah *true negative*, FP adalah jumlah *false positif* dan FN adalah jumlah *false negative* piksel hasil segmentasi. *Border error* menghitung kesalahan hasil segmentasi metode yang diusulkan dibandingkan hasil segmentasi dermatologis. *Sensitivity* mengukur proporsi positif sebenarnya yang diidentifikasi dengan benar. *Specificity* mengukur proporsi negatif yang diidentifikasi dengan benar. *Positive predictive value* adalah proporsi positif luka yang terklasifikasi ke dalam citra melanoma, serta sebaliknya untuk *negative predictive*. *Index of suspicion* memberikan nilai kecurigaan bahwa piksel citra tersebut adalah melanoma. *Diagnosis accuracy* menunjukkan keakuratan pada saat klasifikasi.

Uji coba dilakukan pada masing-masing *channel RGB* untuk mengetahui *channel* yang paling berpengaruh untuk segmentasi citra

**Tabel 1** Hasil Pengukuran Kinerja Segmentasi

	R	G	B	RGB
Border Error	0,265	0,155	0,217	0,183
Sensitivity	0,743	0,822	0,797	0,837
Specificity	0,998	0,996	0,996	0,995
Positive Predictive	0,991	0,983	0,985	0,979
Negatif Predictive	0,897	0,923	0,915	0,929
Index of Suspicion	0,752	0,839	0,812	0,858

Diagnosis Accuracy	0,736	0,807	0,785	0,820
--------------------	-------	-------	-------	-------

melanoma. Hasil pengukuran uji coba bisa dilihat pada Tabel 1. Selain *border error*, semakin mendekati nilai 1 semakin baik hasil segmentasi yang dihasilkan.

Dari hasil uji coba yang dilakukan menunjukkan bahwa *channel RGB* memberikan hasil terbaik dibandingkan hasil uji coba pada *channel* yang terpisah. Hal ini ditunjukkan *channel RGB* unggul 5 dari 7 metode pengukuran yang digunakan.

## 4. PEMBAHASAN

*Channel RGB* unggul 5 metode pengukuran yang dilakukan dengan nilai tertinggi. Hal ini dikarenakan menggunakan kombinasi semua *channel* sehingga menghasilkan hasil akurat. *Rule* yang digunakan juga lebih banyak, yaitu 8 *rule*, bila dibandingkan dengan satu *channel* yang digunakan, 2 *rule*. Nilai *sensitivity* dan *specificity* yang dihasilkan tidak selisih jauh dan mendekati nilai 1. Hal ini membuktikan bahwa metode segmentasi yang diusulkan mampu mendeteksi keakuratan klasifikasi piksel citra melanoma maupun non melanoma. Nilai *positive predictive* dan *negative predictive* juga menunjukkan bahwa metode dapat mengenali citra yang seharusnya melanoma ataupun non melanoma.

*Channel* kedua yang memberikan nilai tertinggi setelah *channel RGB* adalah *channel green*, kemudian disusul *channel blue* dan terakhir *channel red*. *Channel red* berada pada posisi terakhir dikarenakan jika kulit mengalami luka, maka penambahan kontras pada *channel red* akan naik. *Channel green* dan *blue* juga bisa digunakan untuk membedakan daerah luka dan kulit. Perbedaan nilai hasil pengukuran yang dihasilkan pada *channel green* dan *blue* tidak beda jauh dengan nilai hasil pengukuran yang dihasilkan pada *channel RGB*.

## 5. SIMPULAN

Kesimpulan yang bisa diambil dari hasil uji coba ini adalah *channel RGB* memberikan hasil terbaik dengan menghasilkan 5 nilai performa lebih baik dari 7 nilai performa yang diujikan. Nilai yang dihasilkan dari performa menunjukkan hasil yang baik, mendekati nilai 1. Kecuali nilai *border error* yang semakin mendekati 0, maka akan semakin baik.

## 6. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, bisa menerapkan metode segmentasi ini untuk proses klasifikasi citra melanoma. Pendalaman terhadap metode ini juga bisa dilakukan untuk menentukan nilai minimum dan nilai rata-rata batas antara luka dan kulit secara otomatis. Penelitian lebih lanjut diarahkan untuk mencari metode segmentasi lain yang lebih efektif dengan nilai running yang singkat.

## 7. Daftar Pustaka

- [1] Siegel R, Ward E, Brawley O. dan Jemal A. (2011). Cancer Statistik, 2011, CA: A Cancer Journal for Clinicians 2011, Vol. 61, Issue 4, Hal. 212-236.
- [2] Binder M, Schwarz M, Winkler A, Steiner A, Kaider A, Wolff K, dan Pchamberger M (1995) Epiluminescence Microscopy: A Useful Tool for the Diagnosis of Pigmented Skin Lesions for Formally Trained Dermatologists, Arch. Dermatol., Vol. 131, No. 3, Hal. 286-291.
- [3] Celebi M E, Iyatomi H, Schaefer G, dan Stoecker W V (2009) Lesion Border Detection in Dermoscopy Images, Computerized Medical Imaging and Graphics, Vol. 33, Hal. 148-153.
- [4] Shin M C, Chang K I, dan Tsap L V (2002) Does Color Space Transformation Make Any Difference on Skin Detection, Proceedings of the IEEE Workshop on Applications of Computer
- [5] Schaefer G, Rajab M I, Celebi M E, dan Iyatomi H (2011) Colour and Contrast Enhancement for Improved Skin Lesion Segmentation, Computerized Med. Img. And Graphics, Vol. 35, Hal. 99-104.
- [6] Lee K H (2005) First Course on Fuzzy Theory and Application, Republic of South Korea. KAIST.
- [7] Army J, Nanik S, Bilqis A (2012) Perbaikan Citra Menggunakan Automatic Color Equalization untuk Segmentasi Citra Melanoma dengan Metode Mamdani-FIS, Program Studi MMT-ITS, Surabaya 14 Juli 2012